Z. Säugetierkunde 58 (1993) 144–154

ISSN 0044-3468

Histologische Untersuchungen zur Entwicklung der Milchdrüse bei trächtigen Alpensteingeißen (*Capra i. ibex* L.)[1]

Von R. Weiss, M. Giacometti und H. Geyer

Veterinär-Anatomisches Institut der Universität Zürich und Zoologischer Garten Basel, Schweiz

Eingang des Ms. 17.6.1992
Annahme des Ms. 16.11.1992

Abstract

Histological observations on the development of mammary glands in Alpine ibex (Capra i. ibex L.) during pregnancy

On the basis of biopsy samples, the development of normal mammary glands of 29 alpine ibex (*Capra i. ibex* L.) during pregnancy were investigated histologically. The results were compared with well-known data of udder development of some domestic species, in particular of goats. Four different phases of udder development have been discerned.

The first phase, up to 10 weeks ante partum, is characterized by a non lactating mammary gland. In the second phase, 8 to 9 weeks ante partum, arborization of the lobular ducts and formation of true alveoli take place. In alpine ibex this occurs relatively late, shortly before the beginning of the last third of pregnancy. The third phase is initiated by the beginning of a sparse lipid secretion. The first lipid droplets appear at about 6 weeks ante partum. During the last phase, 4 weeks ante partum up to birth, strong secretion and accumulation of lipids are predominant.

The development of the udder in alpine ibex begins approximately one month later than in goats, and was observed to be more similar to the development of swine mammary glands.

Einleitung

Der Alpensteinbock (*Capra i. ibex* L.) ist heute im gesamten Alpenraum, von den Meeralpen im Westen bis zu den Steirischen Kalkalpen und den Karawanken im Osten, verbreitet. Der Bestand beträgt ca. 24 000 bis 28 000 Stück (Giacometti 1991b). Seit 1977 wird in der Schweiz unter strenger Kontrolle ein Teil der Steinbockkolonien zur Gesunderhaltung der Bestände und zur Verhinderung bzw. Minderung von Wildschäden wieder bejagt (Ratti 1986; Zingg 1988). Auch im Fürstentum Liechtenstein, in Österreich, Deutschland und Slowenien erfolgt eine Regulierung der Steinbockbestände durch die Jagd (Giacometti 1991b).

Der Wissensstand über das Steinwild war bis vor wenigen Jahren relativ gering. Deshalb wurde 1983 damit begonnen, ausgewählte Körpermaße und Organe von im Kanton Graubünden erlegten Tieren zu untersuchen und auszuwerten. An diesen Studien sind Hochschulinstitute in der Schweiz, in Österreich und Italien beteiligt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den zeitlichen Ablauf der mikroskopischen Veränderungen an der Milchdrüse des Steinwildes während ihrer Entwicklung darzustellen, und sie mit jener der Haussäugetiere, insbesondere der Ziege, zu vergleichen. Zum besseren Verständnis der mikroskopischen Befunde an der Milchdrüse werden nachfolgend einige Aspekte der Biologie des Steinwildes, insbesondere der Reproduktionsbiologie, erläutert.

Das Steinwild bewohnt in erster Linie alpine Zonen, die über der Waldgrenze liegen. Nur im Frühjahr steigt es für kurze Zeit in tiefere Lagen ab, um das erste frische Grün zu äsen (Ratti 1986). Die Paarung findet in den Monaten Dezember und Januar statt. Die Steingeißen sind saisonal polyöstrisch. Die Zyklusdauer beträgt durchschnittlich 20 ± 1

[1] Herrn Prof. Dr. Josef Frewein zum 60. Geburtstag am 6. Februar 1993 gewidmet.

U.S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/93/5803-0144 $ 02.50/0

Tage (Stüwe und Grodinsky 1987; Giacometti 1991a). Nach einer mittleren Trächtigkeitsdauer von 167 ± 3 Tagen bringen die Steingeißen im Mai und Juni 1–2 Kitze zur Welt, wobei die meisten Geburten auf die erste Juniwoche fallen (Giacometti 1991a). Die Jungtiere werden ca. 6 Monate lang (bis zum Einsetzen der Brunft) gesäugt (Ratti 1986).

Material und Methode

Das Untersuchungsmaterial bestand aus den Milchdrüsen von 29 Steingeißen, die im Rahmen von Sonderabschüssen in den Monaten Dezember bis Juli der Jahre 1989–90 und 1990–91 erlegt worden sind (Tab. 1). Die Steingeissen stammten alle aus dem schweizerischen Teil der Kolonie Albris, die sich im Südosten des Kantons Graubünden, zwischen den Flüssen Spöl, Inn, Flazbach und dem oberen Teil des Poschiavino auf einer Fläche von ca. 240 km^2 erstreckt. Es kamen nur Milchdrüsen von Steingeißen zur Untersuchung, die zum Zeitpunkt des Abschusses nachweislich trächtig waren. Zwei Steingeißen wurden 5 bzw. 8 Wochen nach der Geburt der Kitze erlegt. Ihre Milchdrüsen dienten als Referenz für ein laktierendes Gesäuge.

Tabelle 1. **Daten der an der Milchdrüse untersuchten, trächtigen Alpensteingeißen und ihrer Foeten**

Nr.	Abschuss -datum	Alter Geiss in Monaten[1]	Gewicht Geiss in kg[2]	Alter Foetus in Tagen[3]	Gewicht Foetus in Gramm	Tage vor / nach Geburt[5]
1	25.1.90	55	25	k.A.[4]	k.A.	- 131[6]
2	12.1.90	139	29	33	0,058	- 130
3	19.2.90	92	34	49	3,77	- 118
4	19.2.90	176	28	57	14	- 110
5	22.2.90	57	22	65	34,5	- 102
6	28.2.90	93	22	k.A.	k.A.	- 97[6]
7	22.2.90	129	23	70	52	- 97
8	16.3.90	69	22	86	158	- 81
9	16.3.90	81	48	k.A.	k.A.	- 80[6]
10	16.3.90	57	22	k.A.	k.A.	- 80[6]
11	16.3.90	117	22	k.A.	k.A.	- 80[6]
12	16.3.90	189	22	88	176	- 79
13	4.4.90	58	15	90	196	- 77
14	16.3.90	105	22	90	202	- 77
15	4.4.90	154	26	96	272	- 71
16	4.4.90	70	21	106	416	- 61
17	4.4.90	58	20	109	469	- 58
18	4.4.90	142	26	109	480	- 58
19	3.5.91	60	18	126	874	- 41
20	3.5.91	96	21	140	1306	- 27
21	3.5.91	108	21	142	1408	- 25
22	28.5.90	48	18	146	1558	- 21
23	3.5.91	156	16	149	1670	- 18
24	19.6.90	96	26	149	1706	- 18
25	28.5.90	108	19	161	2286	- 6
26	28.5.91	170	19	164	1445	- 3
27	28.5.91	122	23	170	1790	0
28	14.7.90	145	27	-	-	+ 35
29	30.7.90	85	21	-	-	+ 56

[1] Alter zum Zeitpunkt des Abschusses; [2] Steingeiß aufgebrochen (mit Kopf und Fell, aber ohne Eingeweide); [3] Nach Hugget und Widdas (1951) errechnet; [4] Keine Angaben vorhanden; [5] Nach der Formel: Abschußdatum + (167 Tage – Alter des Foetus) errechnet; [6] Geschätzt aufgrund des Abschußdatums.

Die Gesäuge wurden durch die Wildhüter abgetrennt. Die Proben vom Jahr 1990 wurden bei −18 °C eingefroren und nach dem Eintreffen am Veterinär-Anatomischen Institut in 4 % Formalin aufgetaut und fixiert. Die Proben vom Jahr 1991 wurden direkt in 4 % Formalin eingelegt. Aus jedem der beiden Mammarkomplexe wurde ein kleiner Würfel mit einer Kantenlänge von 1 cm herausgeschnitten. Der eine Würfel stammte aus dem zitzennahen Bereich und der andere von der Euterbasis. Die Würfel wurden während mindestens 24 Stunden in Formol-Calzium nach Baker (Arnold 1968) bei 4 °C kühl aufbewahrt. Nach dem Einlegen im Gemisch nach Holt (1959) für 1–2 Stunden wurden sie bei −24 °C im Kryostat direkt eingefroren und geschnitten. Als Fettfärbungen für die ca. 10 µm dicken Gefrierschnitte dienten Sudan III und Fettrot 7B (Romeis 1989). Der ungeschnittene Rest der Gesäugewürfel wurde bis zur Weiterverarbeitung im Gemisch nach Holt (1959) aufbewahrt. Nach dem Entwässern in der Alkoholreihe, im Methylbenzoat und Xylol erfolgte ihre Einbettung in Paraffin. An den 7 µm dicken Paraffinschnitten wurden zur Beurteilung von Drüsen- und Bindegewebe die Färbungen Hämalaun-Eosin (HE), Alcianblau-PAS-Reaktion (pH 2,5) und Masson-Goldner (Romeis 1989) durchgeführt. Zur Bestimmung des prozentualen Flächenanteils von Drüsengewebe (Epithelzellen und Lumina der Alveolen) und Bindegewebe (intra- und interlobulär) wurden von jeder nach Masson-Goldner gefärbten Gewebsprobe nach dem Punktezählverfahren von Weibel (1979) 840 Punkte ausgezählt (Tab. 2). Die Zählung erfolgte mit der Strichplatte nach Weibel bei 200facher Vergrößerung.

Tabelle 2. **Prozentuale Verteilung der Gewebeteile in der Milchdrüse von Alpensteingeißen während der Entwicklung und nach der Geburt**

Nr.	Tage vor / nach der Geburt	Drüsengewebe in %	Epithel in %	Lumina in %	Bindegewebe in %	Intralobuläres Bindegewebe in %	Interlobuläres Bindegewebe in %
1	- 131	11,7	10,5	1,2	88,3	10,6	77,7
2	- 130	17,5	15,2	2,3	82,5	15,1	67,4
3	- 118	14,0	13,6	0,4	86,0	14,8	71,2
4	- 110	13,6	13,0	0,6	86,4	17,0	69,4
5	- 102	13,6	12,5	1,1	86,4	20,1	66,3
6	- 97	12,7	12,0	0,7	87,3	16,8	70,5
7	- 97	15,0	11,9	3,1	85,0	23,3	61,7
8	- 81	14,2	13,8	0,4	85,8	14,6	71,2
9	- 80	18,6	17,6	1,0	81,4	12,4	69,0
10	- 80	14,3	13,2	1,1	85,7	16,4	69,3
11	- 80	14,4	13,2	1,2	85,6	12,5	73,1
12	- 79	16,9	15,6	1,3	83,1	15,5	67,6
13	- 77	47,0	31,1	15,9	53,0	34,2	18,8
14	- 77	14,5	11,7	2,8	85,5	17,0	68,5
15	- 71	20,5	19,7	0,8	79,5	18,3	61,2
16	- 61	21,2	18,6	2,6	78,8	9,2	69,6
17	- 58	25,0	22,6	2,4	75,0	17,6	57,4
18	- 58	18,6	16,9	1,7	81,4	24,5	56,9
19	- 41	50,4	45,1	5,3	49,6	24,6	25,0
20	- 27	51,7	46,2	5,5	48,3	27,5	20,8
21	- 25	50,4	44,4	6,0	49,6	30,0	19,6
22	- 21	51,6	40,1	11,5	48,4	32,0	16,4
23	- 18	56,8	49,4	7,4	43,2	21,2	22,0
24	- 18	56,2	37,5	18,7	43,8	31,3	12,5
25	- 6	60,7	38,0	22,7	39,3	28,1	11,2
26	- 3	69,5	43,7	25,8	30,5	17,6	12,9
27	0	66,1	47,0	19,1	33,9	24,6	9,3
28	+ 35	65,0	45,8	19,2	35,0	21,9	13,1
29	+ 56	68,9	42,6	26,3	31,1	21,2	9,9

Ergebnisse

10 und mehr Wochen ante partum zeigen die Gewebeproben histologisch das Bild einer nicht laktierenden Milchdrüse. Das Eutergewebe besteht im Mittel aus allen untersuchten Proben (exkl. Steingeiß Nr. 13) zu 84,9 % aus Binde- und zu 15,1 % aus Drüsengewebe (Abb. 1, Tab. 3). 68,9 % des Bindegewebes liegen inter- und 16 % intralobulär. Beim Drüsengewebe entfallen 13,8 % auf das Epithel und 1,3 % auf das Lumen. Die kleinen Drüsenläppchen sind von breiten Bindegewebsbalken mit eingelagerten Fettzellgruppen umgeben (Abb. 2a). Die noch vorhandenen Epithelzellen bilden Ansammlungen ohne Lumen, oder sie sind zu kleinen Drüsenendstücken zusammengelagert (Abb. 2b, c). Die Lumina dieser Drüsenendstücke enthalten vielfach ein stark PAS-positives (rotes), serumähnliches Sekret, das sich im HE-Schnitt schwach eosinophil anfärbt. Sie sind vor allem an der Peripherie der Drüsenläppchen zu finden. Das einschichtige Epithel der Milchgänge besteht mehrheitlich aus platten bis kubischen Zellen (Abb. 2d). Dazwischen und unterhalb des Epithels sowie im intralobulären Bindegewebe liegen einzeln oder in kleinen Haufen angeordnet, mononukleäre Zellen (Lymphozyten, Plasmazellen und Makrophagen). Im intralobulären Bindegewebe befinden sich zusätzlich noch viele Mastzellen. Das

Tabelle 3. **Durchschnittlicher prozentualer Anteil der Gewebeteile in der Milchdrüse von Alpensteingeißen zu verschiedenen Zeiten vor und nach der Geburt**

Zeit in Wochen ante / post partum		> 10 a.p.	8 - 9 a.p.	6 a.p.	3 - 4 a.p.	0 - 1 a.p.	5 - 8 p.p.
Anzahl Tiere	n	14[1]	3	1	5	3	2
Drüsengewebe	x s	15,1 2,3	21,6 2,6	50,4 -	53,3 2,6	65,4 3,6	67,0 2,0
Epithel	x s	13,8 2,4	19,4 2,4	45,1 -	43,5 4,3	42,9 3,7	44,2 1,6
Lumina	x s	1,3 0,8	2,2 0,4	5,3 -	9,8 4,9	22,5 2,7	22,8 3,6
Bindegewebe	x s	84,9 2,3	78,4 2,6	49,6 -	46,7 2,6	34,6 3,6	33,0 2,0
Intralobuläres Bindegewebe	x s	16,0 3,1	17,1 6,3	24,6 -	28,4 3,9	23,5 4,4	21,5 0,4
Interlobuläres Bindegewebe	x s	68,9 4,1	61,4 5,9	25,0 -	18,3 3,4	11,1 1,5	11,5 1,6

[1] Ohne Steingeiß Nr. 13 (vgl. Text)

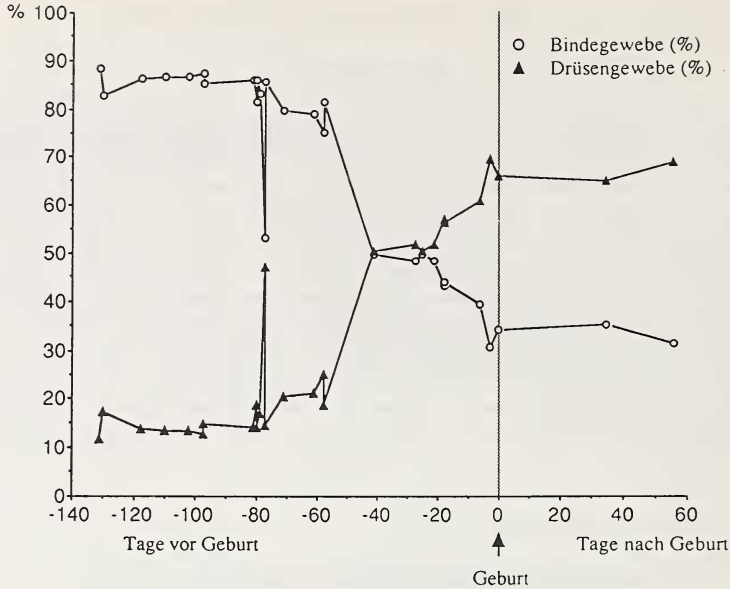
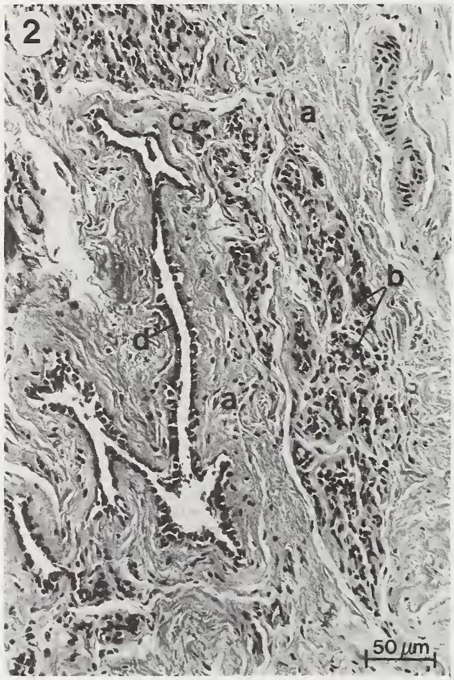


Abb. 1. Prozentualer Anteil des Drüsengewebes (Epithelzellen und Lumina der Alveolen) und des Bindegewebes (intra- und interlobulär) bei den ausgezählten Gewebsflächen der Milchdrüse der Alpensteingeiß vor und nach der Geburt



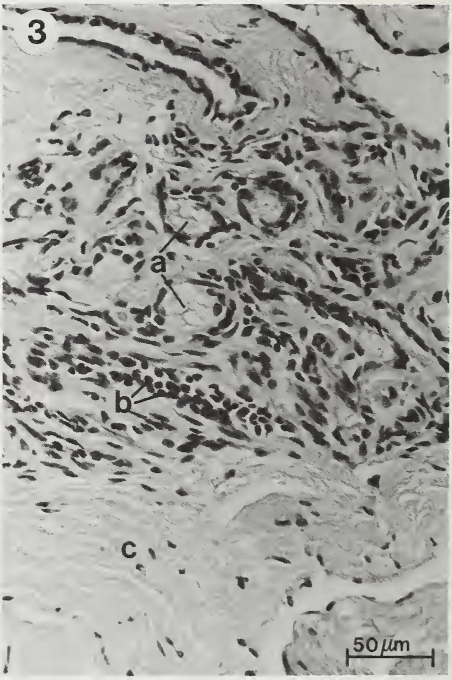
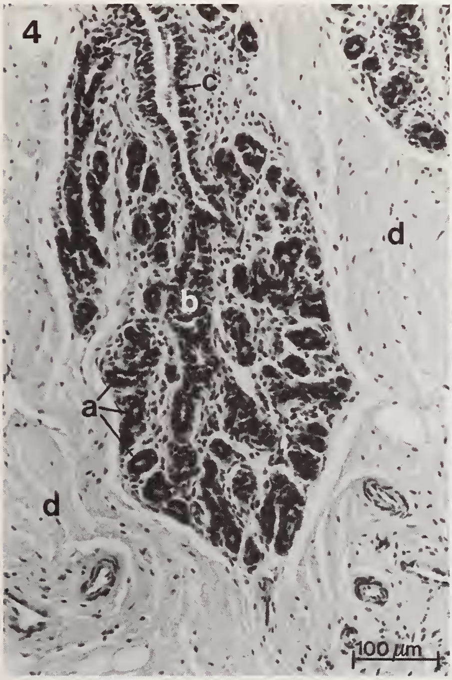


Abb. 2 (links). Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 2), 130 Tage ante partum. Masson-Goldner. a = interlobuläres Bindegewebe, b = Drüsenepithelzellen, c = Drüsenendstück mit kleinem Lumen, d = Milchgangsepithel. – *Abb. 3 (rechts).* Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 7), 97 Tage ante partum. Hämalaun-Eosin. a = Siegelringzellen der Rückbildung, b = mononukleäre Zellen im intralobulären Bindegewebe, c = interlobuläres Bindegewebe

Zytoplasma dieser großen, polymorphen Zellen ist mit kräftig gefärbten PAS-positiven und im HE-Schnitt basophilen Granula gefüllt. Der runde Zellkern liegt mehrheitlich exzentrisch. Er wird häufig von den zytoplasmatischen Granula verdeckt, so daß er kaum mehr zu erkennen ist. Bei den Steingeißen Nr. 5, 7 und 9 befinden sich noch Teile des Drüsengewebes in Rückbildung. Obwohl diese schon weit fortgeschritten ist, sind hauptsächlich an der Peripherie der Drüsenläppchen noch einzelne Siegelringzellen vorhanden (Abb. 3a). Ein weiteres Zeichen für die Rückbildung ist das vermehrte Auftreten von mononukleären Zellen im intralobulären Bindegewebe (Abb. 3b).

Die Eutergewebeproben der Steingeiß Nr. 13 zeigen lichtmikroskopisch das Bild einer Milchdrüse, die sich bereits in einer fortgeschrittenen Phase der Entwicklung befindet. Der Drüsengewebsanteil liegt bei 47 %, und auf das Bindegewebe entfallen 53 % (Abb. 1, Tab. 3). Dieses histologische Bild und die prozentuale Verteilung der ausgezählten Gewebeflächen treten bei der Steingeiß in der Regel erst 3 bis 4 Wochen ante partum auf.

8 bis 9 Wochen ante partum befindet sich die Milchdrüse der Steingeißen in der Phase der Proliferation der Ductus lactiferi und Entfaltung der alveolären Drüsenendstücke (Abb. 4a, b). Das Epithel der Drüsenendstücke ist höher geworden. Die isoprismatischen Zellen besitzen große, runde Zellkerne, die das Zellvolumen fast vollständig ausfüllen. Die Lumina der Drüsenendstücke sind noch sehr klein und teilweise mit dem unverändert homogenen, eosinophilen und stark PAS-positiven Sekret gefüllt. Das Epithel der Milchgänge ist ebenfalls kubisch, an manchen Stellen sogar zylindrisch (Abb. 4c). Im Interstitium fallen die zahlreich vorhandenen Plasmazellen auf. Der Drüsengewebsanteil hat sich



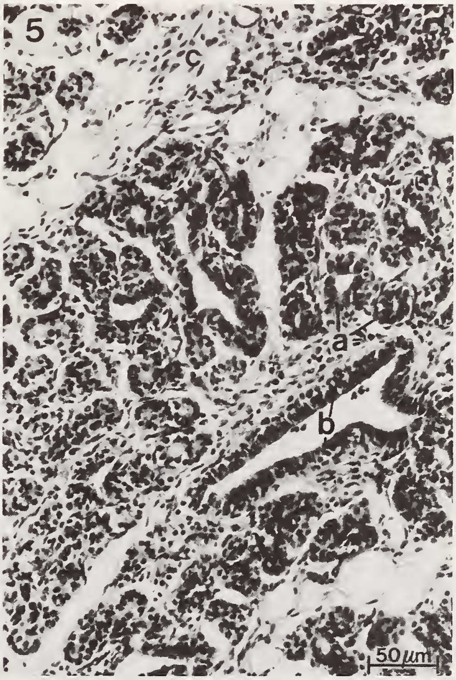
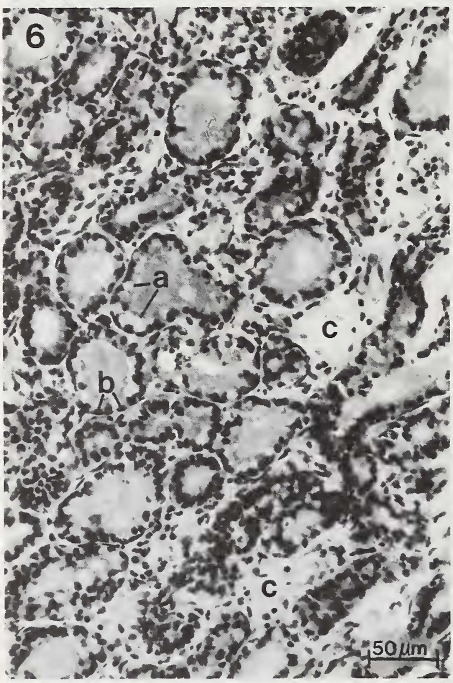


Abb. 4 (links). Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 16), 61 Tage ante partum. Hämalaun-Eosin. Beginnende Proliferation der Ductus lactiferi und Entfaltung der Drüsenendstücke. a = Drüsenendstück mit kleinem Lumen, b = aussprossender Milchgang, c = Milchgangsepithel, d = interlobuläres Bindegewebe. – *Abb. 5 (rechts).* Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 19), 41 Tage ante partum. Hämalaun-Eosin. a = Drüsenepithelzellen, b = Milchgangsepithel, c = interlobuläres Bindegewebe mit Fettzellen

leichtgradig auf durchschnittlich 21,6 % erhöht (Abb. 1, Tab. 3). Das Bindegewebe macht immer noch 78,4 % des Eutergewebes aus. 6 Wochen ante partum zeigen die Gewebeproben die ersten Anzeichen einer differenzierten Sekret(Milchfett-)bildung. Die ersten feinen Fetttröpfchen treten hauptsächlich lumenseitig auf. Die Zellkerne der Drüsenendstücke sind noch rund und liegen zentral. Das Epithel der Alveolen und Milchgänge ist hochprismatisch geworden (Abb. 5a, b). Bei der Mehrzahl der Alveolen ist ein mit Sekret gefülltes Lumen zu erkennen. Das stark eosinophile Sekret ist nur noch schwach PAS-positiv und färbt sich nach Masson-Goldner orange-rot an. Der Anteil des Drüsengewebes am Eutergewebe hat stark zugenommen. Er liegt nun bei 50,4 %, wobei das Epithel 45,1 % und die Lumina 5,3 % ausmachen (Abb. 1, Tab. 3). Der Bindegewebsanteil hat sich entsprechend auf 49,6 % verringert. Davon entfallen je etwa die Hälfte auf das intra- bzw. interlobuläre Bindegewebe.

3 bis 4 Wochen ante partum befinden sich die Milchdrüsen der Steingeißen in der Phase der starken Sekretion. Das neugebildete Fett wird anfänglich noch in den Epithelzellen zurückgehalten. Dieses großtropfige Fett füllt die Alveolarepithelzellen so stark aus, daß diese breite, apikale Fettsäume aufweisen, und die abgeflachten, teilweise mondsichelförmigen Zellkerne nach basal abgedrängt werden (Abb. 6a, b). Die mit großen Fetttropfen gefüllten Epithelzellen sind damit zu Siegelringzellen der Entwicklung geworden (Abb. 7a). Nach und nach erscheinen zuerst kleine und später auch große Fetttropfen im Lumen der Alveolen (Abb. 7c). Die Mehrzahl der Lumina ist mäßig weit. Der Durchmesser beträgt bereits 80 µm und mehr. Das Sekret hat sich kaum verändert. Der Drüsen-



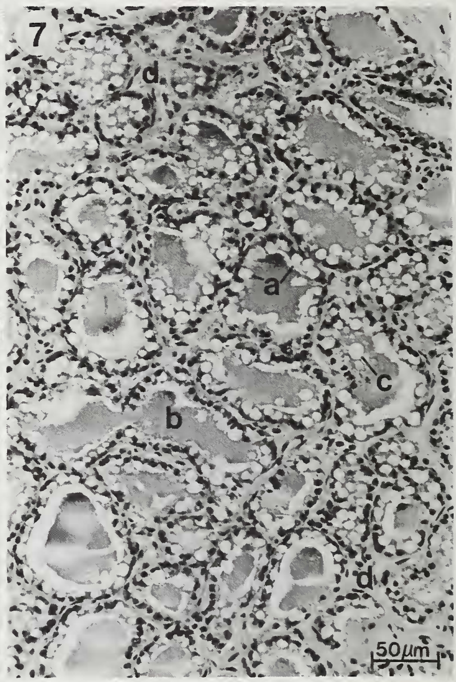


Abb. 6 (links). Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 24), 18 Tage ante partum. Fettrot 7B. a = apikale Fettsäume, b = nach basal abgedrängte, mondsichelförmige Zellkerne, c = intralobuläres Bindegewebe. – *Abb. 7 (rechts).* Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 26), 3 Tage ante partum. Hämalaun-Eosin. a = prall mit Fett gefüllte Epithelzellen = Siegelringzellen der Entwicklung, b = Sekret mit feinen Granula, c = große intraluminale Lipidvokuolen, d = intralobuläres Bindegewebe

gewebsanteil ist noch einmal leicht angestiegen und beträgt im Mittel 53,3 % (Abb. 1, Tab. 3). Der Anteil des Bindegewebes liegt bei 46,7 %. In der letzten Woche ante partum sind die Alveolen sehr weit (Abb. 7). Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 100–200 µm. Die meisten Epithelzellen sind prall mit Fett gefüllt (Abb. 7a). Das vorerst nur mäßig fetthaltige, feinkörnige Sekret (Abb. 7b) ist PAS-negativ geworden und färbt sich nach Masson-Goldner grau-grün an. Erst kurz vor der Geburt ist das Lumen der Alveolen fast vollständig mit großtropfigem Fett ausgefüllt (Abb. 8a). Das Drüsengewebe macht kurz vor der Geburt durchschnittlich 65,4 % des Eutergewebes aus (Abb. 1, Tab. 3). 42,9 % der ausgezählten Gewebefläche werden vom Epithel und 22,5 % von den Lumina eingenommen. Der Anteil des Bindegewebes ist auf 34,6 % abgesunken. Davon entfallen 11,1 % auf das inter- und 23,5 % auf das intralobuläre Bindegewebe.

An der laktierenden Milchdrüse, 5 bzw. 8 Wochen post partum, nimmt das Drüsengewebe im Mittel 67 % und das Bindegewebe 33 % der Fläche ein (Abb. 1, Tab. 3). Beim Drüsengewebe entfallen 44,2 % auf das Epithel und 22,8 % auf die Lumina der Alveolen. Beim Bindegewebe liegen 21,5 % intra- und 11,5 % interlobulär. Die Alveolen sind unterschiedlich weit. Die Mehrzahl von ihnen besitzt ein hochprismatisches Epithel, dessen Zellen sich als Zeichen der aktiven Sekretabgabe ins Lumen vorwölben (Abb. 9a). Die großen Epithelzellen enthalten feine Fetttröpfchen im Zytoplasma (Abb. 9b). Ein kleiner Teil der Alveolen ist stark dilatiert und von einem flachen kubischen Epithel ausgekleidet. Im intralobulären Bindegewebe sind stellenweise viele mononukleäre Zellen vorhanden, die vorwiegend aus Lymphozyten und Plasmazellen bestehen (Abb. 9c).

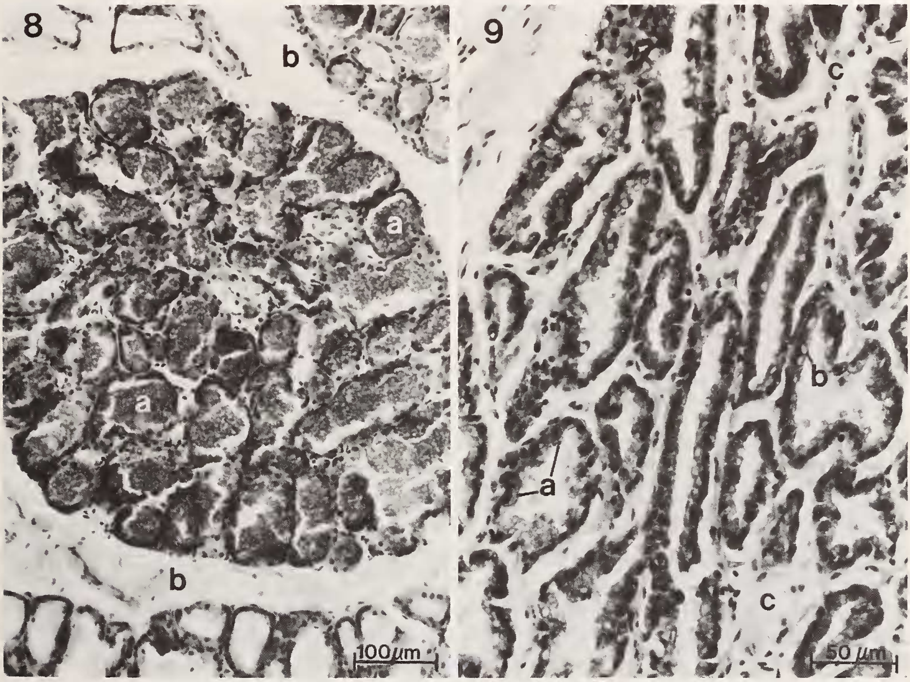


Abb. 8 (links). Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 26), 3 Tage ante partum. Sudan III. Die Lumina der Alveolen sind vollständig mit großtropfigem Fett gefüllt. a = mit Fett gefüllte Alveolen, b = interlobuläres Bindegewebe. – *Abb. 9 (rechts).* Laktierende Milchdrüse einer Alpensteingeiß (Nr. 28), 5 Wochen post partum. Hämalaun-Eosin. a = Epithelzellen mit lumenseitiger Vorwölbung als Zeichen aktiver Milchsekretion, b = Fetttröpfchen im Zytoplasma, c = intralobuläres Bindegewebe mit vereinzelten Lymphozyten und Plasmazellen

Diskussion

Durch die Aneinanderreihung von histologischen Erscheinungsbildern wurde an Gewebeproben versucht, den zeitlichen Ablauf der Entwicklung der Milchdrüse bei trächtigen Steingeißen (*Capra i. ibex* L.) zu gliedern. Dabei lassen sich vier Phasen unterscheiden. Da die einzelnen Phasen fließend ineinander übergehen, wurde die Zäsur zwischen den einzelnen Phasen dort gesetzt, wo markante histologische Veränderungen erstmals auftreten.

Eine besonders markante Veränderung im histologischen Bild ist 6 Wochen ante partum zu beobachten, wenn sich lichtmikroskopisch die ersten feinen Fetttröpfchen in den Drüsenepithelzellen nachweisen lassen. Zu dieser Zeit (Mitte bis Ende April) beginnt in den Bergen der Frühling (Godli 1992) und die Alpensteinböcke steigen in tiefere Regionen unterhalb der Waldgrenze hinab, um das erste frische Grün zu äsen (Ratti 1986; Zingg 1988). Während der Wintermonate bilden rohproteinarme Gräser, Zwergsträucher, Nadelgehölze und Flechten ihre Nahrungsgrundlage (Tataruch et al. 1991). Das verbesserte, rohprotein- und energiereiche Nahrungsangebot im Frühling, mit frischen Gräsern und Laubgehölzen, spielt wahrscheinlich für den Beginn der Milchfettbildung eine entscheidende Rolle.

Die Entwicklung der Milchdrüse während der Gravidität verläuft bei Säugetieren nicht immer einheitlich. Bei C_3H/HeN Mäusen beispielsweise, stehen in der ersten Trächtigkeitshälfte nur ca. 50 % der Alveolen auf der gleichen Entwicklungsstufe (Mills und Topper 1970). Hörnlimann (1988) stellte bei der Milchdrüse von Veredelten Landschweinen und Edelschweinen im ersten Drittel der Trächtigkeit ebenfalls erhebliche Unterschiede im Entwicklungszustand fest. Unsere Untersuchungen zeigen bei den Steingeißen eine ähnliche Tendenz. Im gleichen Euter sind immer Drüsenbezirke vorhanden, die in ihrer Entwicklung vom durchschnittlichen Gesamtbild abweichen. Große Unterschiede im zeitlichen Ablauf der Milchdrüsenentwicklung sind auch zwischen den einzelnen Steingeißen zu beobachten. Das zeigen die Gewebeproben der Steingeiß Nr. 13 (Tab. 2). Bereits 11 Wochen vor der zu erwartenden Geburt befindet sich ihre Milchdrüse in einem fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung, das bei allen anderen untersuchten tragenden Steingeißen in der Regel erst ab der 4. Woche ante partum gefunden wird.

Stammesgeschichtlich betrachtet, sind alle bei uns gehaltenen Ziegenrassen mit dem Alpensteinbock sehr nahe verwandt (Grzimek und Nievergelt 1968) und gehören derselben Gattung (*Capra*) an. In menschlicher Obhut pflanzen sie sich untereinander fort und erzeugen fruchtbare Bastarde (Couturier 1962). Mit einer Graviditätsdauer von durchschnittlich 150 und 167 Tagen, weisen Hausziegen und Steingeißen vergleichbare Werte auf. Trotz der nahen Verwandtschaft bestehen gewisse Unterschiede im zeitlichen Ablauf der Entwicklungsvorgänge der Milchdrüse. Die Entwicklung des Ziegeneuters wurde von Turner und Gomez (1936) bei Toggenburgerziegen und von Bentivoglio (1985) bei Saanenziegen und Gemsfarbigen Gebirgsziegen eingehend untersucht. Bentivoglio (1985) unterteilte die Entwicklung in eine Frühphase (bis 85 Tage ante partum), in eine Phase der Alveolenbildung mit beginnender Sekretion (85–30 Tage ante partum) und in eine Phase der starken Sekretion und Sekretstauung (ab 30. Tag ante partum). Die Entwicklung des Euters dauert bei primi- und pluriparen Ziegen insgesamt ca. 3 Monate, d. h. etwa einen Monat länger als bei der Steingeiß. Zwei Monate vor der Geburt sind bei allen Ziegen bereits deutliche Zeichen der Sekretion in Form von Fetttröpfchen zu sehen. Bei Steingeißen beginnt die Phase der Sekretion erst 1½ Monate ante partum. Ein Grund für diese Differenzen im zeitlichen Ablauf der Milchdrüsenentwicklung dürfte unter anderem im Futterangebot während der Gravidität zu suchen sein. Hausziegen haben auch in den Wintermonaten immer wieder Zugang zu energie- und proteinreichem Futter und weisen im Vergleich zu Wildwiederkäuern auch eine deutlich höhere Milchleistung auf.

Ziegler und Mosimann (1960) unterschieden bei der Entwicklung der Milchdrüse des

Rindes in der ersten Trächtigkeit ebenfalls drei Phasen. Die erste Phase (1.–3. Trächtigkeitsmonat) war geprägt von der Proliferation der Sammel- und Ausführungsgänge. In der zweiten Phase (4.–7. Trächtigkeitsmonat) entfalteten sich die Alveolen und die Sekretion begann. Die letzte Phase (ab 8. Trächtigkeitsmonat) stand ganz im Zeichen der Sekretion. Obwohl die Entwicklung der Milchdrüse bei Rindern länger als bei Ziegen dauert, beginnt bei beiden Haustierformen die Sekretionsphase knapp vor der Graviditätsmitte.

Beim Veredelten Landschwein verläuft die Entwicklung der Milchdrüse sehr rasch (Giese 1985). Giese (1985) unterteilte die Entwicklung der Schweinemilchdrüse in eine Phase der Milchgangsproliferation (bis ca. 6 Wochen ante partum), in eine Phase der Alveolenbildung mit Synthese sowie Abgabe von wenig homogenem eosinophilen Sekret in das Lumen (ab 6. Woche ante partum), in eine Phase der differenzierten Sekretbildung mit schwacher Sekretion (ab 4. Woche ante partum) und in eine Phase der starken Sekretion mit Sekretstauung (ab 2. Woche ante partum). Wie bei der Milchdrüse von Steingeißen erfolgt auch bei Schweinen die Bildung von differenziertem Sekret mit Beginn des letzten Viertels der Trächtigkeit. Die pluriparen Schweine setzen wesentlich später mit der Entwicklung der Milchdrüse ein, durchlaufen diese aber rascher. Bei zum 4. mal trächtigen Sauen beispielsweise, beginnt die Sekretion erst 2 Wochen vor der Geburt (Giese 1985).

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Dr. P. Ratti vom Jagd- und Fischereiinspektorat des Kantons Graubünden, den Wildhütern D. Godli, J. Schaniel und A. Plozza für ihre wohlwollende Unterstützung dieser Arbeit, Frau A. Hulftegger für die Herstellung der histologischen Schnitte und Frau J. Peter für die Hilfe bei den graphischen Arbeiten.

Zusammenfassung

An Gewebeproben von normalen Milchdrüsen von 29 trächtigen Steingeißen (*Capra i. ibex* L.) wurde der zeitliche Verlauf der Entwicklung histologisch untersucht und mit dem unserer Haussäugetiere, insbesondere der Ziege, verglichen. Die Entwicklung der Milchdrüse der Steingeiß kann in vier Phasen unterteilt werden. Bis 10 Wochen ante partum zeigen die Gewebeproben das histologische Bild einer ruhenden, nicht laktierenden Milchdrüse. Die zweite Phase beginnt 8–9 Wochen ante partum und ist gekennzeichnet durch die Aussprossung der Milchgänge und Entfaltung der Drüsenendstücke. Letztere setzt als Vorbereitung auf die Laktation bei der Steingeiß relativ spät, nämlich erst kurz vor dem Beginn des letzten Drittels der Trächtigkeit, ein. Die dritte Phase ist durch die beginnende, differenzierte Sekretbildung und schwache Sekretion charakterisiert. Der lichtmikroskopische Nachweis von Lipidtröpfchen im Alveolarepithel, gelingt erst ab der 6. Woche ante partum. In der letzten Phase (ab 4. Woche ante partum) stehen die starke Sekretion und Sekretstauung im Vordergrund. Die Entwicklung der Milchdrüse beginnt bei Steingeißen etwa einen Monat später als bei Ziegen und entspricht in ihrem zeitlichen Ablauf vielmehr dem der Schweinemilchdrüse.

Literatur

Arnold, M. (1968): Histochemie. Einführung in Grundlagen und Prinzipien der Methoden. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Bentivoglio, F. (1985): Histologische und histochemische Untersuchungen zur Anbildung der Milchdrüse bei trächtigen Ziegen. Vet. Med. Diss., Zürich.

Couturier, M. A. J. (1962): Le bouquetin des alpes. Edition par l'auteur, Grenoble.

Giacometti, M. (1991a): Primi risultati di un'indagine sulla riproduzione e dinamica di popolazione nello stambecco della colonia dell'Albris (Grigioni, Svizzera). In: Notiziario del Gruppo Stambecco Europa. No. 4. Edizione Parco Nazionale Gran Paradiso, Torino (im Druck).

— (1991b): Beitrag zur Ansiedlungsdynamik und aktuellen Verbreitung des Alpensteinbockes (*Capra i. ibex* L.) im Alpenraum. Z. Jagdwiss. 37, 157–173.

Giese, L. (1985): Histologische und histochemische Untersuchungen an der Milchdrüse der Sau während der Anbildung im letzten Drittel der Trächtigkeit. Vet. Med. Diss., Zürich.

Godli, D. (1992): Wildhüter im Albris-Gebiet, Pontresina (CH). (Pers. Mit.).

Grzimek, B.; Nievergelt, B. (1968): Ziegen und Schafe. In: Grzimeks Tierleben. Enzyklopädie des Tierreiches. Hersg. von B. Grzimek, Zürich: Kindler Verlag. Bd. **XIII**, 518–521.

Hörnlimann, B. (1988): Histologische Untersuchungen zur prä- und postnatalen Entwicklung der Milchdrüse beim weiblichen und männlichen Schwein. Vet. Med. Diss., Zürich.

Holt, S. J. (1959): Factors governing the validity of staining methods for enzymes, and their bearing upon the Gomori acid phosphatase technique. Exp. Cell Res. Suppl. 7, 1–27.

Huggett, A. St G.; Widdas, W. F. (1951): The relationship between mammalian foetal weight and conception age. J. Physiol. 114, 306–317.

Mills, E. S.; Topper, Y. J. (1970): Some ultrastructural effects of insulin, hydrocortisone, and prolactin on mammary gland explants. J. Cell Biol. 44, 310–328.

Ratti, P. (1986): Leitfaden für Bündner Jäger. Jagd- und Fischereiinspektorat des Kantons Graubünden, Chur. S. 21–31.

Romeis, B. (1989): Mikroskopische Technik. 17. Aufl. München, Wien, Baltimore: Urban und Schwarzenberg.

Stüwe, M.; Grodinsky, C. (1987): Reproductive biology of captive alpine ibex (*Capra i. ibex*). Zoo Biology 6, 331–339.

Tataruch, F.; Steineck, T.; Klansek, E.; Vavra, I.; Ratti, P.; Giacometti, M. (1991): Untersuchungen an Steinwild aus Graubünden (Schweiz). I. Analysen der Nahrungszusammensetzung, der Aktivität der Schilddrüsen und Nebennieren sowie der Reproduktion. Wien. tierärztl. Mschr. 78, 351–356.

Turner, C. W.; Gomez, E. T. (1936): The development of the mammary glands of the goat. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 240.

Weibel, E. R. (1979): Stereological methods. London, New York: Academic Press. Vol. 1.

Ziegler, H.; Mosimann, W. (1960): Anatomie und Physiologie der Rindermilchdrüse. Berlin, Hamburg: Paul Parey.

Zingg, R. (1988): Alpensteinbock (*Capra ibex ibex*). In: Grzimeks Enzyklopädie. Hrsg. von B. Grzimek. München: Kindler Verlag. Bd 5, 516–523.

Anschriften der Verfasser: Dr. med. vet. Roger Weiss, Prof. Dr. med. vet. Hans Geyer, Veterinär-Anatomisches Institut, Winterthurerstr. 260, CH-8057 Zürich; Dr. med. vet. Marco Giacometti, Zoologischer Garten, CH-4054 Basel, Schweiz